

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-174353

(P2000-174353A)

(43)公開日 平成12年6月23日(2000.6.23)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L	41/09	H 0 1 L 41/08	J
	41/187	41/18	1 0 1 D
	41/22	41/22	Z

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 7 頁)

(21)出願番号	特願平10-347390	(71)出願人	000006079 ミノルタ株式会社 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
(22)出願日	平成10年12月7日(1998.12.7)	(72)発明者	吉田 龍一 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内
		(72)発明者	岡本 泰弘 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内
		(74)代理人	100092299 弁理士 貞重 和生 (外1名)

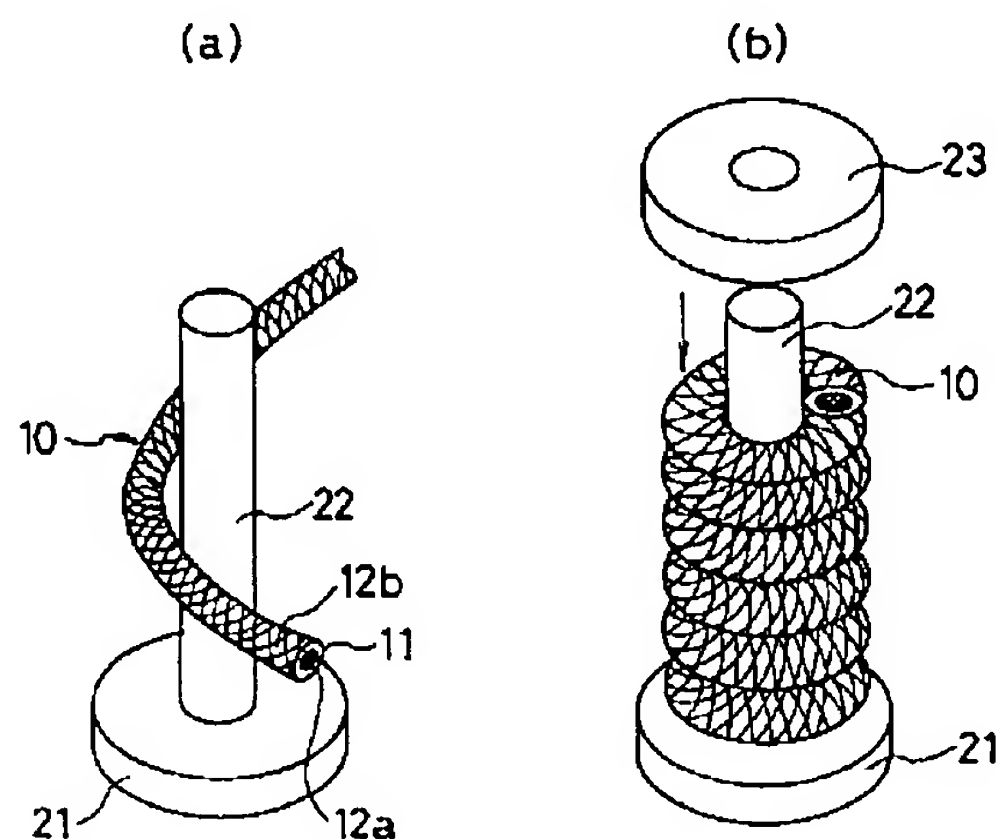
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 螺旋型圧電変換素子及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 製造が容易で変換効率のよい螺旋型圧電変換素子及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 圧電セラミックス粉体を溶剤、分散剤、バインダ、可塑剤等と混合して得た粘土状の可塑材を押出成形機によりパイプ状の部材に押出し形成し、その内外面に導電性被膜12a、12bを形成して圧電素子素材10を作成する。次に、圧電素子素材10を作業台21の支柱22の回りに螺旋形に巻き付け、上から当板23を使用して所定の厚さに押し潰して円筒状に形成し、外表面の導電性被膜を機械加工又は薬液処理により除去し、導電性被膜12a、及び12bに電極リード線を接続する。この後、所定温度で焼成し、導電性被膜12a及び12bをそれぞれ正電極及び負電極として電圧を印加して分極させると、螺旋型圧電変換素子が完成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内面及び外面に導電性被膜を設けた筒状の圧電セラミックス素材を巻き上げて螺旋状筒体とし、該筒体を軸方向に加圧成形して所定温度で焼成し、該筒状の圧電セラミックス素材の内面及び外面に設けた導電性被膜をそれぞれ正極電極及び負極電極としたことを特徴とする螺旋型圧電変換素子。

【請求項2】 前記圧電セラミックス素材は、PZT ($\text{PbZrO}_3 \cdot \text{PbTiO}_3$) を主成分とする圧電セラミックス素材であることを特徴とする請求項1記載の螺旋型圧電変換素子。

【請求項3】 前記加圧成形後の螺旋状筒体は、筒状素材内面に空間が無い螺旋状筒体であることを特徴とする請求項1記載の螺旋型圧電変換素子。

【請求項4】 圧電セラミックス素材を筒状に成形する工程と、
前記筒状に成形された圧電セラミックス素材の内面及び外面に導電性被膜を形成する工程と、
前記導電性被膜の形成された筒状の圧電セラミックス素材を巻き上げて螺旋状筒体に成形する工程と、
前記螺旋状筒体をその筒体の軸方向に加圧成形する工程と、
前記加圧成形した螺旋状筒体を所定温度で焼成する工程と、
焼成した筒状体の導電性被膜をそれぞれ正極電極及び負極電極とし、所定の電圧を印加して分極させる工程とを含むことを特徴とする螺旋型圧電変換素子の製造方法。

【請求項5】 前記圧電セラミックス素材は、PZT ($\text{PbZrO}_3 \cdot \text{PbTiO}_3$) を主成分とする圧電セラミックス素材であることを特徴とする請求項4記載の螺旋型圧電変換素子の製造方法。

【請求項6】 前記螺旋状筒体をその筒体の軸方向に加圧成形する工程は、筒状素材内面に空間が無い螺旋状筒体に加圧成形する工程であることを特徴とする請求項4記載の螺旋型圧電変換素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、螺旋型圧電変換素子及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】圧電変換素子を使用したアクチュエータは、供給される電気エネルギーを駆動力に変換する変換効率が高く、小型軽量でありながら発生する駆動力が大きく、また、駆動力を容易に制御できるため、カメラ、計測機器、その他の精密機械の被駆動部材の駆動や位置決め利用されるようになってきた。

【0003】このようなアクチュエータで利用される圧電変換素子には、単位の圧電素子を複数枚積層して構成したものがある。これは、単位の圧電素子に発生する厚み方向の変位をできるだけ大きくして取り出すためであ

る。

【0004】図8及び図9は、前記した単位の圧電素子を複数枚積層して構成した積層型圧電変換素子の構成の一例を示すもので、図8はその外観を示す斜視図、図9の(a)及び(b)はその製造過程を説明する図である。

【0005】積層型圧電変換素子の製造過程を説明する。まず、図9の(a)に示すように、厚さが $100\mu\text{m}$ 程度の単位の圧電素子101b乃至101hの上面の全表面に導電性ペーストを塗布して導電性被膜102を形成する。一番上に位置する単位の圧電素子101aの上面には導電性被膜を形成しない。圧電素子101a及び導電性被膜102の形成された圧電素子101b乃至101hを複数枚(この例では8枚)積層すると、積層された単位の圧電素子101b～101hの側面には導電性被膜の端面102aが露出している。

【0006】次に、図9の(b)に示すように、積層された単位の圧電素子101b～101hの側面に露出している導電性被膜の端面102aを、2つの側面において1層おきにガラス絶縁体103を貼り付けて絶縁する。さらに、図8に示すように、ガラス絶縁体103の上から導電性ペースト104a、104bを塗布して積層された単位の圧電素子101b乃至101hの導電性被膜102の端面102aを1層おきに電氣的に接続する。導電性ペースト104aで電氣的に接続された導電性被膜102を正電極に、導電性ペースト104bで電氣的に接続された導電性被膜102を負電極として、積層型圧電変換素子100が完成する。

【0007】図10及び図11は、前記した単位の圧電素子を複数枚積層して構成した積層型圧電変換素子の構成の他の一例を示すもので、櫛形電極を備えた積層型櫛形電極圧電変換素子である。図10はその外観を示す斜視図、図11の(a)及び(b)はその製造過程を説明する図である。

【0008】積層型櫛形電極圧電変換素子の製造過程を説明する。まず、図11の(a)に示すように、厚さが $100\mu\text{m}$ 程度の単位の圧電素子121b乃至121hの上表面の3辺には端部に電極が形成されない部分を残して導電性ペーストを塗布して導電性被膜122を形成し、一辺には端部まで導電性ペーストを塗布して導電性被膜を形成する。一番上に位置する単位の圧電素子121aの上面には導電性被膜を形成しない。

【0009】圧電素子121a及び導電性被膜122の形成された圧電素子121b乃至121hを複数枚(この例では8枚)積層する。積層するときは、図11の(b)に示すように、圧電素子の端部に露出している導電性被膜122が1枚置きに交互に同一の側面に露出し、被膜端面122a及び122bを形成するように積層する。

【0010】次に、図10に示すように、圧電素子の被

膜端面122a及び122bの上から、それぞれ導電性ペースト124a及び124bを塗布して、積層された単位の圧電素子121b～121hの導電性被膜122を1層おきに電氣的に接続する。導電性ペースト124aで電氣的に接続された導電性被膜122を正電極に、導電性ペースト124bで電氣的に接続された導電性被膜122を負電極として、積層型圧電変換素子120が完成する。

【0011】積層型櫛形電極圧電変換素子では、側面に露出している導電性被膜を1層おきにガラス絶縁体などを貼り付けて絶縁する作業を必要としないが、単位の圧電素子表面の3辺の端部の導電性被膜の非形成部分が圧電変換素子に発生する変位を拘束するように作用するため、全面に導電性被膜を形成した全面電極型の圧電変換素子に比較して若干性能が劣る。

【0012】図12は螺旋型圧電変換素子の構成の一例を示す図である。螺旋型圧電変換素子は前記した積層型圧電変換素子の一種であり、表面に導電性被膜を形成した螺旋型の単位の圧電素子を2個組み合わせで構成されたものである。この構成の螺旋型圧電変換素子は、図13の(a)及び(b)に示すような、厚さが100 μ m程度の圧電素子材料のシートを帯状に裁断して螺旋型に構成した2つの同一形状の要素圧電素子141aと141bとを作成し、これ等の要素圧電素子141a、141bの片面に導電性ペーストを塗布して電極142a、142bを形成する。次に、この電極142a、142bの形成された要素圧電素子141a、141bの螺旋部分を重ね合わせて全体として円筒形状の螺旋型圧電変換素子を構成する。

【0013】この構成によれば、単位の圧電素子を複数枚積層して構成した積層型圧電変換素子と同様に機能する圧電変換素子が得られ、且つ、単位の圧電素子を位置を合わせながら複数枚積層するという手数のかかる工程を省くことができる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】前記した、従来の単位の圧電素子を複数枚積層して構成した圧電変換素子は、単位素子それぞれの表面に電極を設ける工程、単位素子の位置を合わせながら複数枚積層して接着する工程、各層の電極を結線する工程という複雑な作業を経て製造されるので、コストの高いものであった。

【0015】また、螺旋型圧電変換素子は、複数枚の素子を積層する手数はないが、極めて厚みの薄い素子を螺旋形状に作成する作業や表面に導電性ペーストを塗布して電極を形成する作業が極めて困難で、コストの高いものであった。この発明は、上記課題を解決し、製作の容易な構造の螺旋型圧電変換素子及びその製造方法を提供することを目的とするものである。

【0016】

【課題を解決するための手段】この発明は上記課題を解

決するもので、請求項1の発明は、内面及び外面に導電性被膜を設けた筒状の圧電セラミックス素材を巻き上げて螺旋状筒体とし、該筒体を軸方向に加圧成形して所定温度で焼成し、該筒状の圧電セラミックス素材の内面及び外面に設けた導電性被膜をそれぞれ正極電極及び負極電極としたことを特徴とする螺旋型圧電変換素子である。

【0017】そして、前記圧電セラミックス素材は、PZT(PbZrO₃・PbTiO₃)を主成分とする圧電セラミックス素材とするとよい。

【0018】また、前記加圧成形後の螺旋状筒体は、筒状素材内面に空間が無い螺旋状筒体である。

【0019】請求項4の発明は、圧電セラミックス素材を筒状に成形する工程と、前記筒状に成形された圧電セラミックス素材の内面及び外面に導電性被膜を形成する工程と、前記導電性被膜の形成された筒状の圧電セラミックス素材を巻き上げて螺旋状筒体に成形する工程と、前記螺旋状筒体をその筒体の軸方向に加圧成形する工程と、前記加圧成形した螺旋状筒体を所定温度で焼成する工程と、焼成した筒状体の導電性被膜をそれぞれ正極電極及び負極電極とし所定の電圧を印加して分極させる工程とを含むことを特徴とする螺旋型圧電変換素子の製造方法である。

【0020】そして、前記圧電セラミックス素材は、PZT(PbZrO₃・PbTiO₃)を主成分とする圧電セラミックス素材とするとよい。

【0021】また、前記螺旋状筒体をその筒体の軸方向に加圧成形する工程は、筒状素材内面に空間が無い螺旋状筒体に加圧成形する工程である。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を説明する。図1乃至図5は、製造工程を説明する斜視図であり、これらの図を参照しつつ、螺旋型圧電変換素子の製造工程を説明する。

【0023】まず、第1工程は圧電セラミックス素材を筒状に成形する工程である。圧電変換素子の材料としては、PZT(PbZrO₃・PbTiO₃)を主成分とする圧電セラミックスを使用するものとし、このセラミックス粉体を溶剤、分散剤、バインダ、可塑剤等と混合して得られた粘土状の可塑材とした圧電セラミックス素材を、公知の押出成形機にかけてパイプ状(筒状)の部材に押出して成形する。上記した圧電セラミックス素材はグリーン材とも呼ばれる。

【0024】なお、PZTには、Sr、Sn、Sb、Mn等の改質用の元素を少量添加してもよい。

【0025】第2工程は筒状に成形された圧電セラミックス素材の内面及び外面に導電性被膜を形成する工程である。押出し形成されたパイプ状のグリーン材を、導電性材料、例えばPt系、Ag-Pd系などの電極材料を含む導電性材料の溶液に浸漬し、パイプ状の部材の内外

面に電極となる導電性被膜を形成する。図1において、11は前記した圧電セラミックス素材を押出成形機にかけて押出したパイプ状部材、12aはパイプ状部材11の内面に形成された導電性被膜、12bはパイプ状部材11の外面に形成された導電性被膜を示す。以下、内面及び外面に導電性被膜が形成されたパイプ状部材を圧電素子素材10と呼ぶことにする。

【0026】第3工程は圧電素子素材10を螺旋状筒体に成形する工程である。図2の(a)及び図2の(b)に示すように、内面及び外面に導電性被膜が形成された圧電素子素材10を作業台21の支柱22の回りに螺旋形に巻き付け、螺旋状筒体に成形する。

【0027】第4工程は螺旋状筒体をその軸方向に加圧成形する工程である。図2の(b)に示すように、作業台21の支柱22の回りに螺旋形に巻き付けられた螺旋状筒体の上に当板23を当てて加圧し、所定の厚さになるように押し潰す。図2の(b)は押し潰す前の状態を示しており、図3は第4工程の作業が終了して螺旋状筒体に加圧成形され、押し潰された圧電素子素材10の状態を示している。

【0028】なお、図3では加圧成形された圧電素子素材10の端部がかなりの厚みで示されているが、これは説明のためであつて実際には極めて薄いものである。加圧成形作業が終了したときの螺旋形に巻かれた圧電素子素材10は全体として円筒状に形成される。また、加圧成形工程では、パイプ状部材の内部に空間がなくなるまで完全に押し潰される。

【0029】この後、以下説明する焼成工程の準備工程として、図4に示すように、円筒状に形成された圧電素子素材10の表面に現れている導電性被膜12bのうち、電極リード線の接続部を除き、機械加工又は薬液処理により除去する。

【0030】さらに、圧電素子素材10の内面に形成されている導電性被膜12a、及び外面に形成されている導電性被膜12bの電極リード線接続部に電極リード線を接続する。なお、圧電素子素材10の内面に形成されている導電性被膜12aに接続した電極リード線は、図5に示すように、円筒状に形成された圧電素子素材10の円筒側面から外部に引き出すようにするとよい。

【0031】第5工程は加圧成形した螺旋状筒体を焼成する工程である。加圧成形された螺旋状筒体の圧電素子素材10を所定温度で焼成する。焼成する温度条件は、例えば、5時間程度かけて500℃まで徐々に温度を高め、500℃で一定時間焼成した後、最初から9時間後に1200℃まで徐々に温度を高める。さらに、1200℃で約0.3時間焼成した後、6時間程度かけて常温まで冷却する。

【0032】第6工程は分極工程である。導電性被膜12a及び導電性被膜12bをそれぞれ正電極及び負電極とし、両電極の間に、例えば1.5kV/mmの電圧を

20分間印加して分極させる。以上で、螺旋型圧電変換素子15が完成する。

【0033】上記した作業工程では、セラミックス粉体を溶剤、分散剤、バインダ、可塑剤等と混合して得られた粘土状の可塑材を、押出成形機にかけてパイプ状の部材に押し出し形成する第1工程と、押し出し形成されたパイプ状の部材の内外面に電極被膜を形成する第2工程があるが、これに代えて、前記粘土状の可塑材とPt系、Ag-Pd系などの電極材料を含む導電ペーストとを2材成形法により形成、即ち、圧電セラミックス材料からなるパイプ状の部材の内面及び外面に導電ペースト層が同時に形成されるように2材成形法により形成してもよく、この方法によれば前記した第1工程と第2工程を1つの工程で実行することができる。

【0034】次に、上記した圧電変換素子を使用したアクチュエータの構成の一例を、図6及び図7を参照して説明する。

【0035】図6はアクチュエータの構成を示す断面図である。図6において、34は基台、35、36、37は支持ブロック、38は駆動軸で、駆動軸38は、圧電変換素子15に発生する軸方向の変位により軸方向(矢印a方向、及びこれと反対方向)に変位可能に支持ブロック36と支持ブロック37により移動自在に支持されている。

【0036】15は、前記した製造方法により製造された螺旋型圧電変換素子である。圧電変換素子15の一端は支持ブロック35に接着固定され、他端は駆動軸38の一端に接着固定される。

【0037】なお、符号45は緩やかな立上がり部と急速な立下がり部、或いは急速な立上がり部と緩やかな立下がり部を有する鋸歯状波パルスが発生する駆動パルス発生回路を示し、駆動パルス発生回路45は、圧電変換素子15の電極12aと12bとの間に駆動パルスを供給し、圧電変換素子15を駆動するものである。

【0038】39はスライダで、スライダ39と駆動軸38とは適当な摩擦力で摩擦結合している。図7は、スライダ39と駆動軸38との摩擦結合部の構成を示す断面図で、スライダ39には駆動軸38が貫通しており、スライダ39の駆動軸38が貫通している下部には、開口部39aが形成され、駆動軸38の下半分が露出している。また、この開口部39aには駆動軸38の下半分に当接するパッド40が嵌挿され、パッド40は板ばね41により押し上げられていて、駆動軸38とスライダ39及びパッド40は板ばね41の付勢力Fにより圧接され、適当な摩擦力で摩擦結合している。また、スライダ39には、図示しないテーブル等の被駆動部材が結合されているものとする。

【0039】その動作を説明する。圧電変換素子15の電極12aと12bを駆動パルス発生回路45に接続し、電極12aと12bの間に数10kHzの鋸歯状波

駆動パルスを印加すると、圧電変換素子15には軸方向に速度の異なる伸縮変位が生じるので、圧電変換素子15に結合した駆動軸38には軸方向に速度の異なる往復振動が発生する。これにより、駆動軸38に摩擦結合したスライダ39は、駆動軸38上を滑りながら駆動軸の往復振動の非対称性により速度の遅い振動方向に移動し、スライダに結合されたテーブル等の被駆動部材を移動させることができる。

【0040】

【発明の効果】以上説明したとおり、請求項1の発明に係る螺旋型圧電変換素子は、内面及び外面に導電性被膜を設けた筒状の圧電セラミックス素材を巻き上げて螺旋状筒体とし、該筒体を軸方向に加圧成形して所定温度で焼成し、該筒状の圧電セラミックス素材の内面及び外面に設けた導電性被膜をそれぞれ正極電極及び負極電極としたことを特徴とする螺旋型圧電変換素子である。

【0041】この構成によれば、複数枚の素子を積層する手数、極めて厚みの薄い素子を螺旋形状に作成する作業、表面に導電性ペーストを塗布して電極を形成する作業など、困難で手数のかかる作業を省き、或いは大幅に軽減することができ、製造コストが低く、駆動効率のよい螺旋型圧電変換素子を提供することができる。

【0042】また、請求項4の発明に係る圧電変換素子の製造方法は、圧電セラミックス素材を筒状に成形する工程と、前記筒状に成形された圧電セラミックス素材の内面及び外面に導電性被膜を形成する工程と、前記導電性被膜の形成された筒状の圧電セラミックス素材を巻き上げて螺旋状筒体に成形する工程と、前記螺旋状筒体をその筒体の軸方向に加圧成形する工程と、前記加圧成形した螺旋状筒体を所定温度で焼成する工程と、焼成した筒状体の導電性被膜をそれぞれ正極電極及び負極電極とし、所定の電圧を印加して分極させる工程とを含むことを特徴とする螺旋型圧電変換素子の製造方法である。

【0043】この製造方法によれば、複数枚の素子を積層する手数、極めて厚みの薄い素子を螺旋形状に作成する作業、表面に導電性ペーストを塗布して電極を形成する作業など、困難で手数のかかる作業を省き、或いは大

幅に軽減することができ、駆動効率のよい螺旋型圧電変換素子を低コストで製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】螺旋型圧電変換素子の作成素材である圧電素子素材の外観を示す斜視図。

【図2】螺旋型圧電変換素子の製造過程を示す斜視図（その1）。

【図3】螺旋型圧電変換素子の製造過程を示す斜視図（その2）。

【図4】螺旋型圧電変換素子の製造過程を示す斜視図（その3）。

【図5】螺旋型圧電変換素子の外観を示す斜視図。

【図6】螺旋型圧電変換素子を使用したアクチュエータの一例を示す断面図。

【図7】図6に示すアクチュエータのスライダと駆動軸との摩擦結合部の構成を示す断面図。

【図8】従来の積層型圧電変換素子の外観を示す斜視図。

【図9】図8に示す従来の積層型圧電変換素子の製造過程を説明する図。

【図10】従来の積層型楕円電極圧電変換素子の外観を示す斜視図。

【図11】図10に示す従来の積層型楕円電極圧電変換素子の製造過程を説明する図。

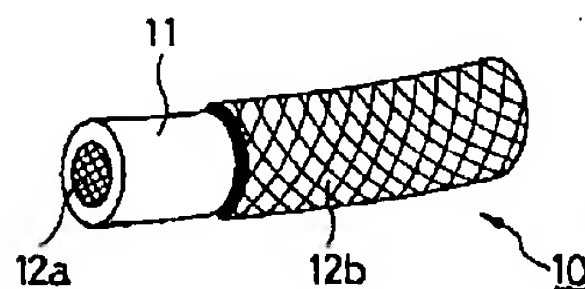
【図12】従来の螺旋型圧電変換素子の構成の一例を示す斜視図。

【図13】図12に示す従来の螺旋型圧電変換素子の製造過程を説明する図。

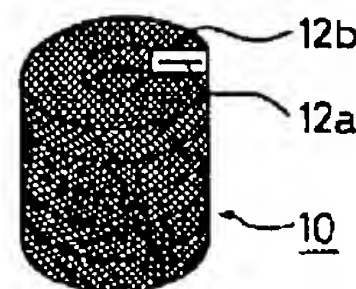
【符号の説明】

- 10 圧電素子素材
- 11 パイプ状部材
- 12a、12b 導電性被膜
- 15 螺旋型圧電変換素子
- 21 作業台
- 22 支柱
- 23 当板

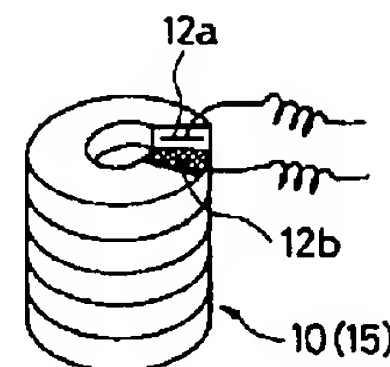
【図1】



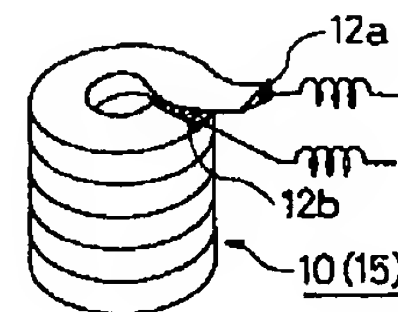
【図3】



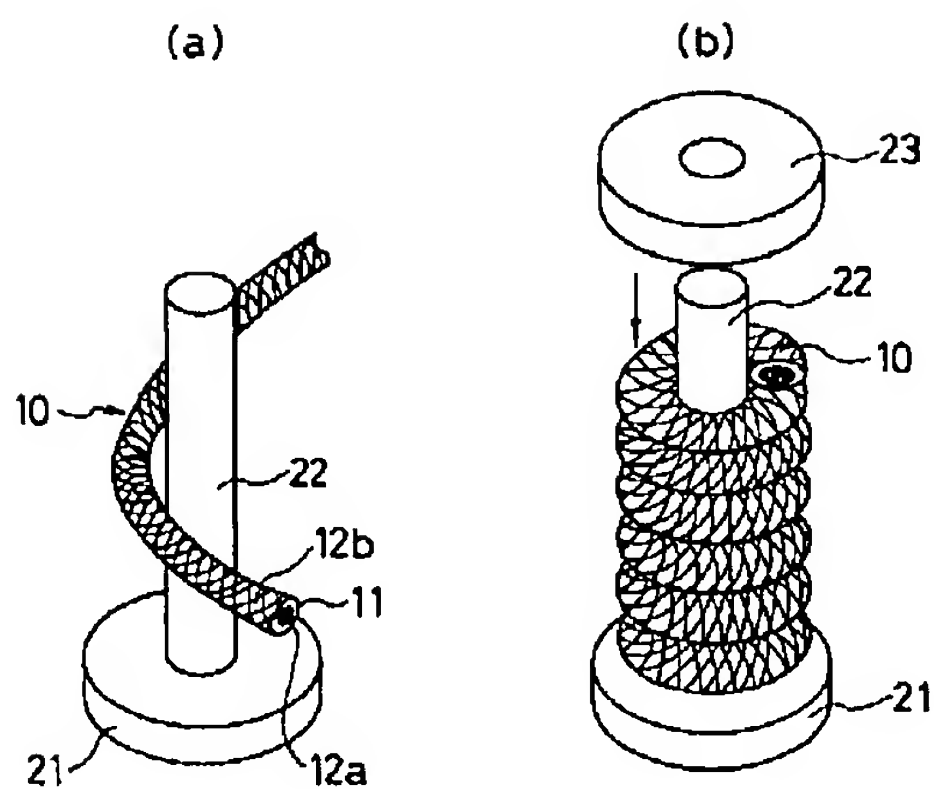
【図4】



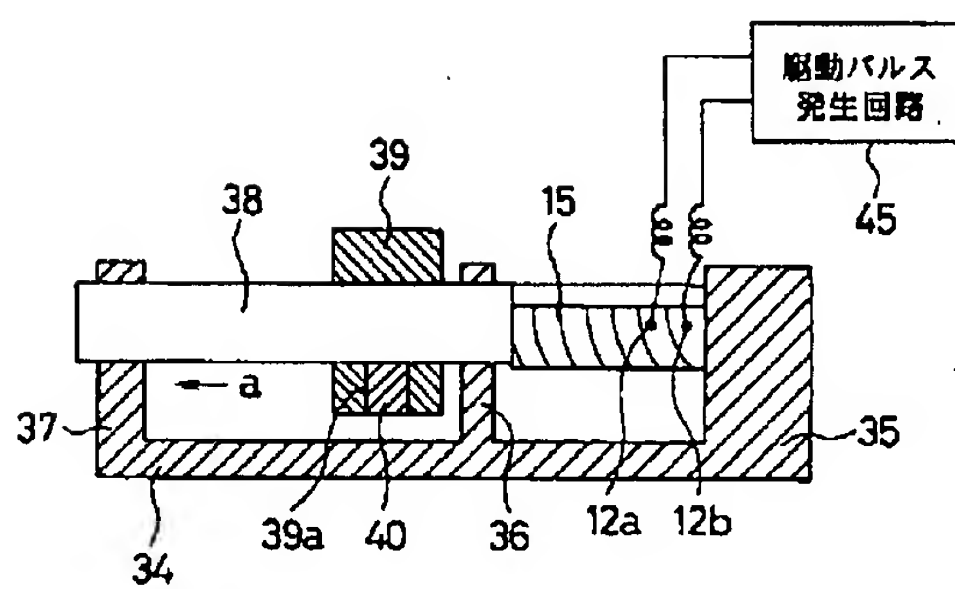
【図5】



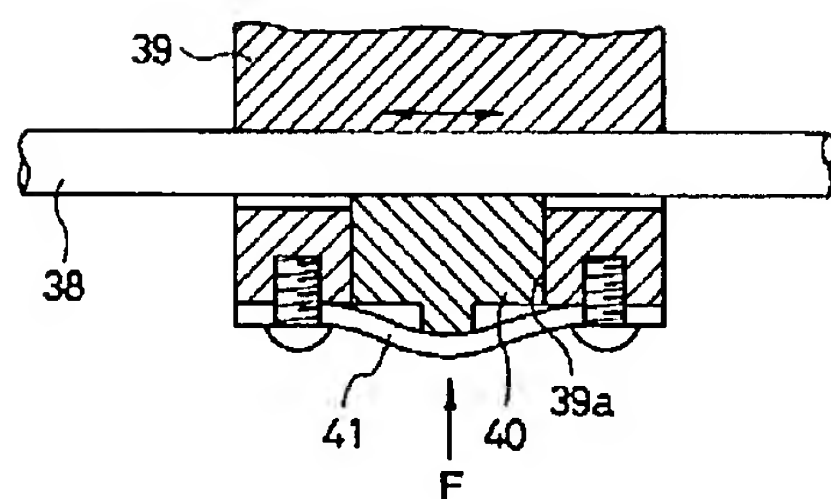
【図2】



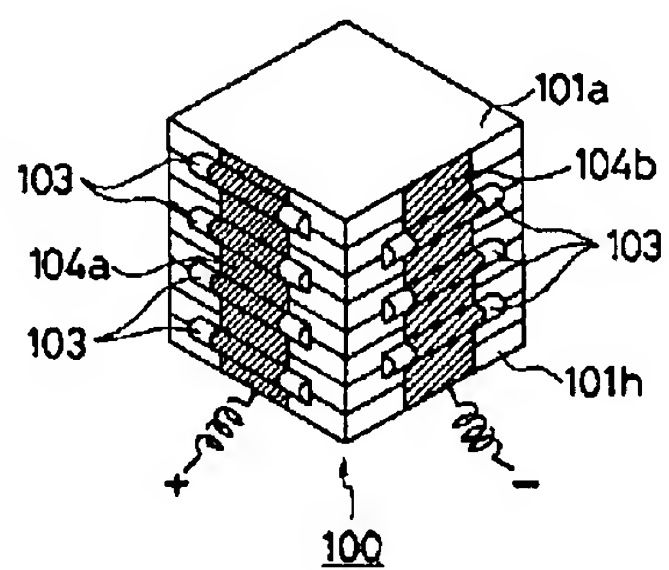
【図6】



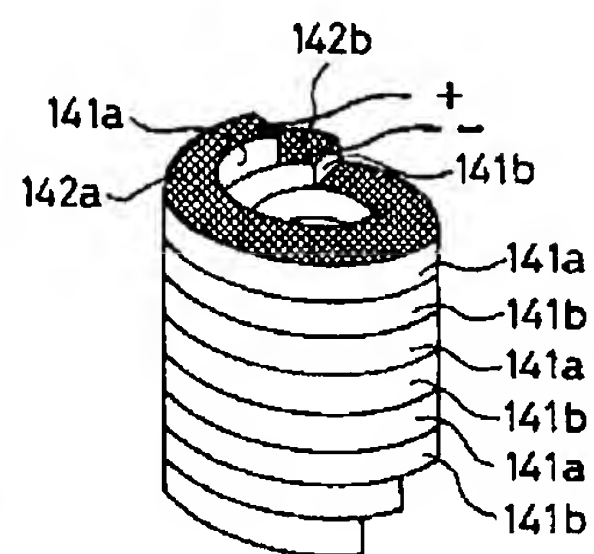
【図7】



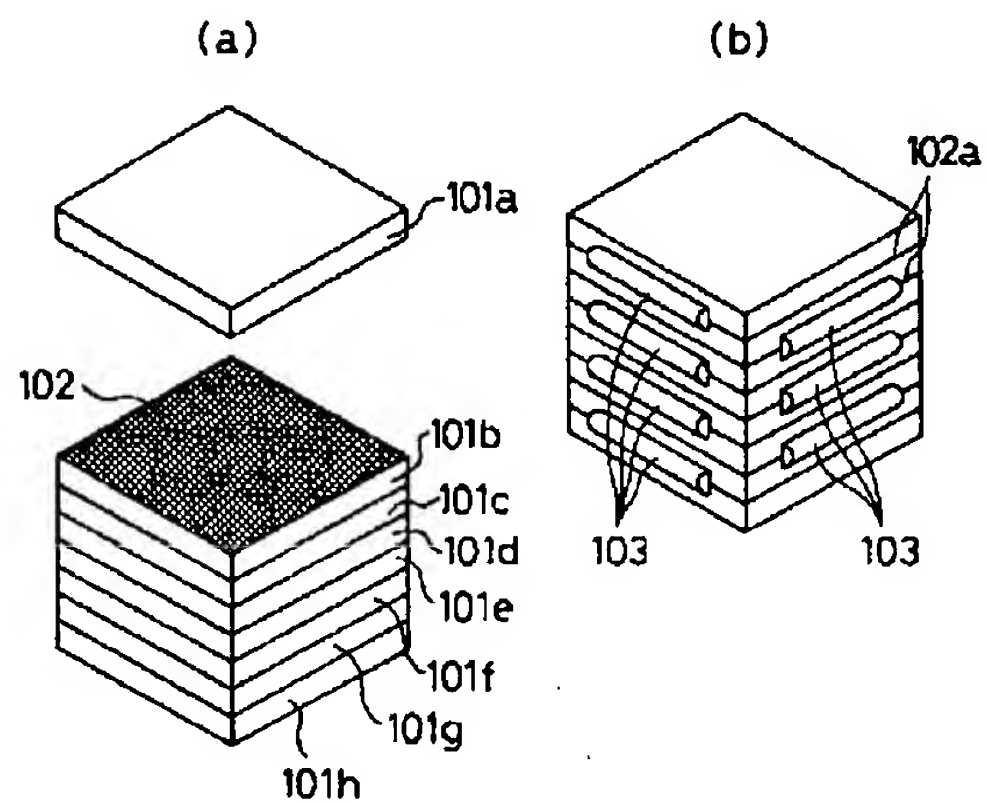
【図8】



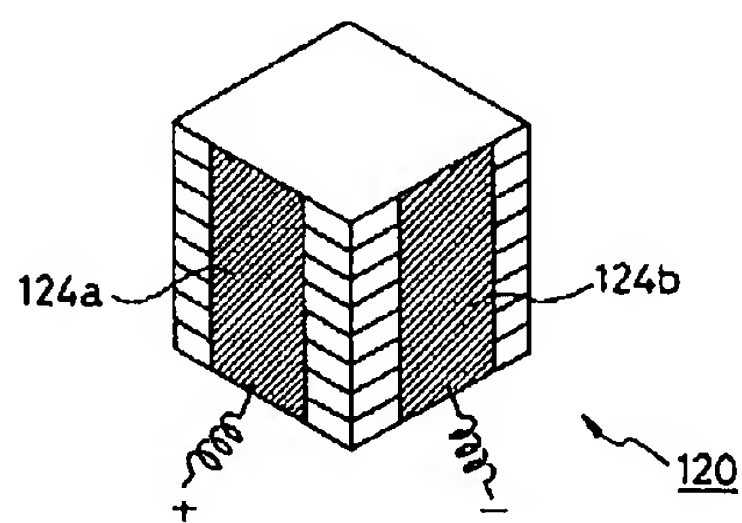
【図12】



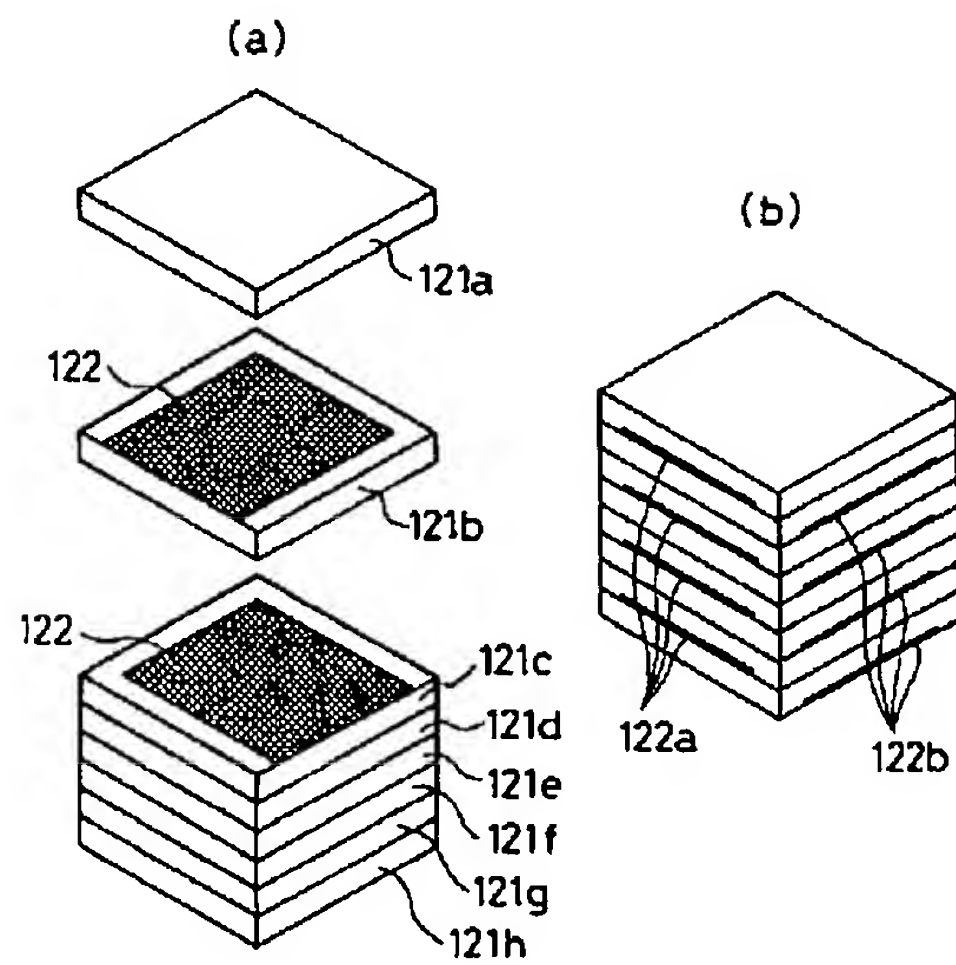
【図9】



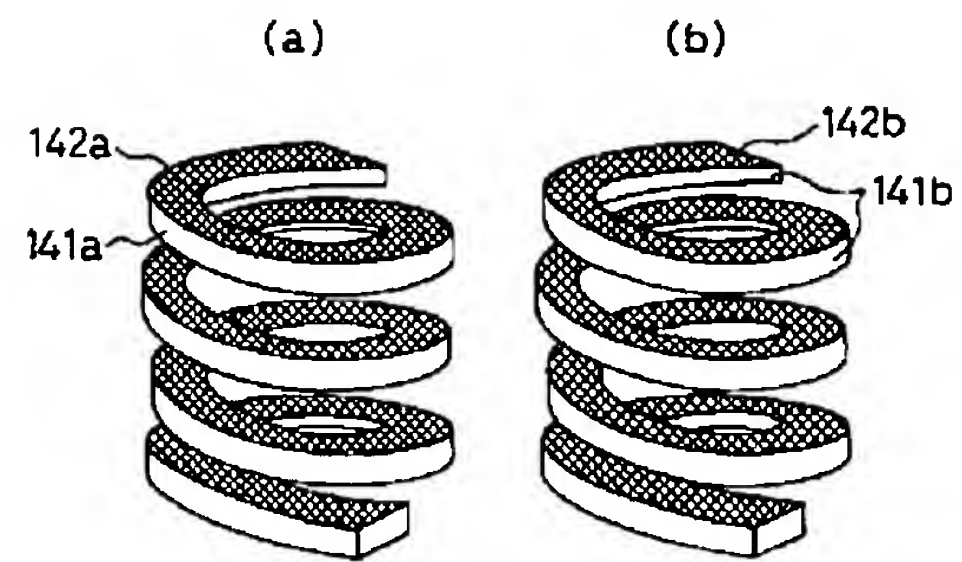
【図10】



【図11】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 葛城 廣治
 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内